

**PROPUESTA DE MEJORA PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS DE  
MATERIAS PRIMAS Y SEMITERMINADOS UTILIZANDO RFID EN UNA PLANTA  
DE PRODUCCIÓN DE ÚTILES ESCOLARES**

**AUTOR**

**Paula Alejandra Correal Parada**  
Ingeniera Industrial  
U9500837@unimilitar.edu.co

**Artículo Trabajo Final del programa de Especialización en Gerencia Logística  
Integral**

**DIRECTOR**

**Andrés Mauricio Díaz Melgarejo – Seminario de Trabajo Final**

Ingeniero Industrial  
Andres.diazm@unimilitar.edu.co



La U  
**acreditada**  
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA LOGISTICA INTEGRAL  
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
JUNIO, 2018**

# **PROPUESTA DE MEJORA PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS DE MATERIAS PRIMAS Y SEMITERMINADOS UTILIZANDO RFID EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÚTILES ESCOLARES**

## **PROPOSAL OF IMPROVEMENT FOR THE CONTROL OF INVENTORIES OF RAW MATERIALS AND SEMITERMINATES USING RFID IN A PLANT OF PRODUCTION OF SCHOOL SUPPLIES**

Paula Alejandra Correal Parada  
Ingeniera Industrial  
[U9500837@unimilitar.edu.co](mailto:U9500837@unimilitar.edu.co)

### **RESUMEN**

El control de inventarios en una compañía es una prioridad ya que en estos se encuentra una de las mayores partes de su capital, en el sector industrial y manufacturero es muy importante evaluar el costo de mantenerlos y encontrar la forma de reducirlos, este documento se centra en el control de materias primas y semi-terminados.

A pesar de que la compañía posea un WMS y sistema de códigos de barras la información y gestión actual no es confiable, ya sea por errores humanos o porque las herramientas son bastante restringidas por lo tanto se plantea el método RFID como una herramienta tecnológica que permite el control exacto de los SKU'S existentes en el almacén y la planta de producción, esperando la mejora en la toma de decisiones y mayor control interno.

**Palabras Clave:** Inventario, RFID, útiles escolares

## ABSTRACT

The control of inventories in a company is a priority since in these is one of the largest parts of its capital, in the industrial and manufacturing sector it is very important to evaluate the cost of maintaining them and find a way to reduce them, this document focuses on the control of raw and semi-finished materials ..

Although the company has a WMS and bar code system, the current information and management is not reliable, either due to human errors or because the tools are quite restricted, therefore the RFID method is considered as a technological tool that allows the exact control of the SKU'S existing in the warehouse and the production plant, waiting for the improvement in decision making and greater internal control.

**Keywords:** Inventory, RFID, WMS, school supplies

## INTRODUCCIÓN

Los útiles escolares son bienes que en su proceso productivo incluyen materias primas especialmente resinas y químicos para la preparación de sus fórmulas en tintas, pigmentos y preparaciones específicas además de las partes en proceso (semiterminados), también empaques por cada referencia, en la compañía en total estas suman aproximadamente 1600 SKU'S (**Tabla 1**), las materias primas y semiterminados se almacenan conjuntamente en una bodega de 2800 metros cuadrados, 21 racks de 3 a 4 niveles, en total 1250 ubicaciones.

Inventario	Componentes
Materias Primas	<ul style="list-style-type: none"><li>● Empaques</li><li>● Químicos</li><li>● Resinas</li></ul>
Semiterminados	<ul style="list-style-type: none"><li>● Puntas</li><li>● Contenedores</li><li>● Cuerpos</li><li>● Tapas</li><li>● Tapones</li></ul>

**Tabla 1.** Clasificación SKU'S almacenados

El inventario de cada uno de estos SKU'S que son diferentes en tipo, presentación y unidad de empaque puede ser consultado por medio de un ERP por cualquiera de las partes interesadas: programación, compras, costos, bodega, producción, entre otros; a partir de esta información son tomadas varias decisiones críticas en la operación (**Tabla 2**).

<b>Planeación de materiales</b>	Se decide qué, cuánto y para cuándo comprar por medio de una "explosión de materiales" que surge del programa maestro y del inventario de cada una de las materias primas; a partir de la decisión de compra se espera tener el material necesario para la producción sin incurrir en sobre stock o desabastecimiento.
<b>Planeación de órdenes de manufactura y empaque</b>	A partir de los inventarios y la capacidad de producción (hombre y máquina), se lanzan órdenes que deben ser alistadas por la bodega de materia prima, cada una de ellas consta de ciertos componentes y tienen una secuencia lógica
<b>Promesa de fechas de entregas a clientes y decisiones financieras</b>	A partir de la disponibilidad de materias primas se planea la producción para confirmar fechas de entrega a los clientes.
<b>Financieras</b>	Se define qué materias primas son críticas en los costos y las acciones a tomar para reducirlos.

**Tabla 2.** Decisiones críticas a partir del inventario

Se ha encontrado constantemente una restricción en la consulta de la información de los inventarios en cantidades debido a su baja certeza es decir esta no es confiable para tomar las decisiones antes mencionadas, diariamente se realizan conteos cíclicos y en promedio su resultado no es más del 70%, un resultado muy bajo que ha afectado directamente en: paradas de producción, tiempos muertos (hombre y máquina), reprocesos y devoluciones, sobre stock, compras innecesarias de materia prima, incumplimiento a los clientes, desconocimiento del valor exacto del inventario, pagos de horas extra y variaciones en las órdenes.

Actualmente se cuenta con un WMS (Warehouse Management System), este sistema de gestión de almacenes permite generar lotes y máscaras con códigos de barras para facilitar al operario la búsqueda de las materias primas en el almacén en

el momento del picking indicando su ubicación, sin embargo es débil ya que es muy dependiente de la actividad manual.

También se evidencia un “inadecuado” uso de la herramienta por parte de los operarios de bodega ya que no siempre usan el método FIFO que les indica si no que posiblemente por facilidad toman el más cercano o no tienen en cuenta el lote, por otra parte se presentan problemas con la carga de los materiales a las órdenes de manufactura y empaque ya que no existe un control para asegurar que sean realizados y por el volumen no siempre se ejecutan lo que genera diferencias en los inventarios, incluso se encuentra que los materiales no siempre están en las ubicaciones que referencia el sistema lo que genera una búsqueda más tediosa e incertidumbre.

Para solucionar los anteriores problemas, se propone el método RFID el cual garantizara la confiabilidad en la información de los inventarios de un 70% actual a un 95% ideal, se espera reducir costos en inventarios ya que solo se comprara lo necesario para la operación, se evitara paradas de producción y tiempos muertos por lo tanto se aumentará la productividad de la planta y lo más importante no se incumplirá al cliente.

Al implementar cualquier método nuevo se debe prever la resistencia al cambio que puede generarse en los operarios además de concientizarlos y capacitarlos ya que si no se lidera correctamente un proceso en todos sus eslabones difícilmente podrán verse sus mejoras y resultados.

## **1. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1.1 GESTIÓN DE INVENTARIOS**

El objetivo principal de la administración de inventario es tener la cantidad correcta de inventario en el momento correcto en el lugar correcto. También es obvio que los diferentes artículos en función de su importancia tienen un valor diferente en el inventario y estos elementos críticos deben tener una observación más estricta. **[1]**

A medida que las empresas manufactureras avanzan en el siglo XXI cada vez es más difícil competir en un mercado global sin estrategias fuertes de gestión de inventario. Por lo tanto, las decisiones de producción deben ser rápidas y robustas ante la incertidumbre en el entorno empresarial, y optimizando para cumplir con los objetivos de la cadena de suministro. La administración mejorada del inventario contribuye a mayores ingresos, menores costos y mayor satisfacción del cliente. **[2]**

También hay beneficios sociales más amplios para ser más eficientes en la gestión de inventario. Por ejemplo, minimizar la cantidad de producto sin vender reduce el desperdicio e impacto al medio ambiente por el proceso de producción, tanto en términos de materias primas como de consumo de energía [3], lo que genera un compromiso aún más fuerte para la compañía ya que se utilizan materias primas en su mayoría químicos, colorantes, resinas, entre otros para la transformación en útiles escolares y de oficina.

## **1.2 WMS (Sistema de gestión de almacenes)**

Es la base para estandarizar los centros de distribución y los almacenes, optimizar la capacidad de transporte y recursos, obtener información de inventario, asignar ubicaciones y proporcionar estadísticas oportunas para la toma de decisiones. [4]

Los WMS juegan un papel principal en la optimización de procesos logísticos de almacenes, archivando las tendencias comerciales de la oferta y la demanda, y facilitando el tratamiento de bienes que están cerca de su vencimiento, agotados, rotos o devueltos por los clientes; pueden comprender algoritmos para la optimización de la selección de pedidos de almacén y almacenamiento de productos.

La gestión de almacenes es un problema interesante y ha sido bien investigado para facilitar a los operarios el picking; con indicaciones viajar por pasillos y alistar los componentes de los pedidos [5] optimizando su transporte interno con recorridos más cortos y agilizando la operación de alistamiento.

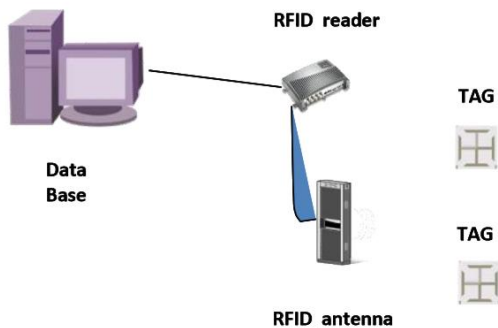
## **1.3 RFID (Identificación por Radiofrecuencia)**

Las empresas buscan reducir la retención de inventario y el costo de mano de obra utilizando tecnologías de identificación automática como la identificación por radiofrecuencia (RFID). Los expertos sugieren que los RFID permiten el control de inventario en tiempo real en comparación con otras tecnologías de identificación automática a un costo reducido. [6]

Los RFID se han descrito como el "código de barras de próxima generación". Estos sistemas consisten en un lector y etiquetas. La ventaja de las etiquetas RFID sobre los códigos de barras es que no se necesita una línea de visión entre el lector y las etiquetas. Por lo tanto su aplicación exitosa mejoraría la precisión del inventario para sistemas de control de inventario tales como Warehouse Management Systems (WMS) y Enterprise Resource Planning (ERP). [6]

La identificación por radiofrecuencia (RFID) es una forma de tecnología de identificación automática y captura de datos sin contacto. RFID es una tecnología

que usa campos eléctricos o magnéticos a frecuencias de radio para transmitir información. Los lectores de RFID obtienen información de objetos y entornos a través de la comunicación con antenas de etiquetas. El lector y las etiquetas pueden comunicarse de forma inalámbrica. En general, la unidad RFID se compone de tres elementos: etiqueta RFID, lector RFID y base de datos **Figura 1**.



**Figura 1.** Unidad de RFID Arquitectura de aplicación de sistema RFID. [7]

Se ha afirmado que RFID ofrece la posibilidad de mejorar en gran medida la eficacia y la eficiencia de la cadena de suministro porque permite a las empresas rastrear información de productos y permite mayor control y flexibilidad en la gestión de bienes [8] Para este caso en el control de inventarios de materias primas y semiterminados de útiles escolares y de oficina.

Hoy en día, RFID es una tecnología muy útil en la fabricación y la gestión de la cadena de suministro. Esta como técnica de identificación con menos contacto proporciona una medición efectiva para el seguimiento de artículos (materias primas, partes, componentes, productos, etc.).[3]

## 2. METODOLOGÍA

Para implementar la identificación por radiofrecuencia (RFID) en el almacén de materias primas y semiterminados se tiene en cuenta:

### A) HARDWARE

Los componentes del Hardware RFID deben ser instalados en el centro de trabajo

- **ETIQUETAS RFID (tags)**

Las etiquetas RFID que se fijan a los objetos, sirven como soporte de datos [3], estas etiquetas electrónicas programables, pueden proporcionarnos una visibilidad a nivel de cada elemento que tenga un código de identificación e información únicos adjuntos . Este tipo de datos ayudaría a tener un control de inventario más estricto en

diferentes productos y también permite que las empresas tomen medidas rápidas sobre los productos requeridos en el momento adecuado. Procesar los datos de manera oportuna y correcta sería útil para tomar decisiones oportunas, ya que comprender y determinar la demanda es el paso inicial para tener una gestión de inventario eficiente.[1]

Estas etiquetas incluyen un chip inteligente (**Figura 2**) el cual es identificado por radiofrecuencia, se debe considerar su ubicación específicamente por unidad de empaque y tipo de material, además de una por pallet. (**Tabla 3**)

Clasificación tipo de material	Ubicación de la etiqueta
Empaques	Caja, bolsa, amarre
Químicos	Tambor, IBC, galón
Resinas	Bulto
Semiterminados (partes plásticas)	Caja plástica
Ubicación	Pallet

**Tabla 3.** Ubicación de etiqueta según tipo de material.



**Figura 2.** Etiqueta RFID [9]

La información que cada etiqueta tiene grabada es accesible a distancia mediante un lector es decir no se requiere visión directa entre estos dos componentes, implicando las siguientes ventajas:



1. En el caso de las cajas y bultos que son estibados y posiblemente algunas etiquetas queden escondidas no se presenta dificultad en su conteo e identificación.
2. No es sensible a dobleces o relieves en el momento de la adhesión por parte del operario, por ejemplo en bolsas o bultos que no tienen una superficie plana no es impedimento igual así será identificada.
3. A pesar que en el almacén se presenta un alto nivel de polución, la etiqueta resiste condiciones adversas de suciedad, temperatura, humedad, etc. esa prueba de agua, antimagnético, resistente a altas temperaturas, con larga vida útil **[10]**

En este sistema, se selecciona una etiqueta pasiva no alterada de alta frecuencia que puede escribirse una vez y leer varias veces con una frecuencia de 915MHz.**[11]**

Cada etiqueta tiene un EPC (Código electrónico de producto), que codifica los objetos físicos y la información relevante para formar el código único. El código unificado y estándar se usa como el lenguaje de intercambio de datos común. Cuando el objeto físico está etiquetado o incrustado con una etiqueta RFID, significa que se crea una correspondencia de uno a uno entre el objeto físico y el código EPC, y puede identificarse, administrarse y aplicarse en un entorno determinado. El código EPC es un grupo de números compuesto por un número de versión más otros tres segmentos de datos (administrador de dominio, clasificación de objetos y número de serie).**[10]**

La seguridad es prioritaria en esta industria ya que se manejan formulaciones únicas y secretas de la marca, la etiqueta RFID no contiene información impresa si no que tiene una memoria que protege los datos, estos estarán habilitados solo para persona autorizadas por medio de una contraseña (encargados de planeación de materiales, investigación y desarrollo, calidad, entre otros)..

En el caso de los semiterminados (tapones, cuerpos, tarros, tapas, etc) que son en su totalidad partes plásticas y son almacenadas en cajas plásticas reutilizables no es necesario generar múltiples códigos de barras sobrepuestos, ya que se permite utilizar la misma etiqueta durante todo el proceso de transformación ya que en su memoria es posible añadir o modificar información.

Para el uso de estas etiquetas es necesario cumplir con la ISO/IEC 18000-2:2009 (Identificación de radiofrecuencia para la gestión de elementos) cuyo objetivo es proporcionar una especificación técnica común para los dispositivos RFID que pueden ser utilizados **[12]**

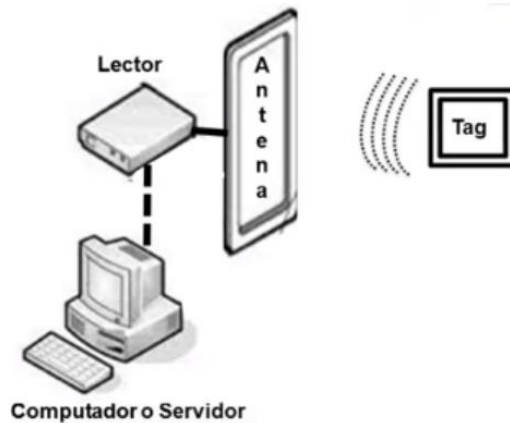
- **LECTOR RFID (Interrogadores)**

Es el cerebro del sistema RFID, se propone un lector portátil por operario en total 6, estos traen antenas incorporadas que les facilitara a los conteos cíclicos diarios, el alistamiento de órdenes de manufactura y empaque, la ubicación de los materiales y los inventarios generales de una manera más rápida y exacta a una distancia de 3 a 4 metros podrá leer las existencias.

Se evalúan también dos lectores fijos con sus respectivas antenas que reciben la señal de las etiquetas uno en cada puerta de la bodega (**Figura 3**) para controlar el ingreso y salida exacta de los materiales para que así se sumen o descuenten automáticamente del inventario, además de permitir la consulta de fecha y hora de los despachos y entregas, a través del lector se identifican los productos con etiquetas al entrar o salir del almacén [11]. Es posible leer cientos de etiquetas al tiempo sin necesidad de bajar el producto con montacargas para visualizarlo. El lector transfiere energía a las etiquetas emitiendo ondas electromagnéticas a través del aire. (**Figura 4**).



**Figura 3.** (Plano de almacén de materias primas y semiterminados y ubicación propuesta de los lectores fijos)



**Figura 4.** Sistema RFID

## **B) SOFTWARE**

Se propone para esta empresa el software middleware que recibe datos de etiquetas de lectores de RFID y recopila, filtra y almacena datos de etiquetas para transmitir los datos. [3] Es posible que se pueda conectar e interactuar con los WMS y ERP actualmente usados.

En el computador de control y administración se realiza la operación de lectura y escritura con la etiqueta electrónica a través del lector de etiquetas para identificar los productos con las etiquetas al entrar o salir del almacén por cualquiera de las dos puertas establecidas. Realiza muchas funciones como procesamiento de información de mercancías, almacenamiento de información, visualización de información local, eliminación y adición de almacén (en inspección, obsoleto, vencido, en cuarentena), gestión de operación de almacén y consultas de información de todo tipo, etc

El software incluye cuatro partes:

(1) La comunicación entre el sistema y el lector de etiquetas electrónicas que permite identificar los productos al entrar o salir del almacén automáticamente sin necesidad de la intervención de un operador, esto solucionara el problema de exactitud en inventarios.

(2) La comunicación entre el sistema y el dispositivo de visualización o lector logra mostrar la información en las etiquetas tales como tipo de producto (empaque, resina o químico), código del producto, lote, fecha de ingreso, nombre del producto, entre otros.

(3) El software de gestión puede realizar todo tipo de operaciones a los productos del almacén este se compone de dos partes:

- La aplicación en primer plano implementa todo tipo de operaciones en el almacén: almacenamiento automático, almacenamiento manual, productos que se mueven en el almacén, administración y mantenimiento de operadores, administración de clientes. Además de todo esto, las operaciones también incluyen la adición y eliminación de depósitos, consultas de lugar de mercancías, recuento de mercancías y creación de formularios de informes.
- El sistema de base de datos de fondo almacena y administra toda la información sobre el almacén. De acuerdo con el análisis de requisitos del software, la información básica de los bienes, el almacén y la operación del almacén deben guardarse en la base de datos. La parte que responde la consulta remota responde a las consultas del usuario o del cliente para conocer la información sobre el almacén y los productos allí almacenados.

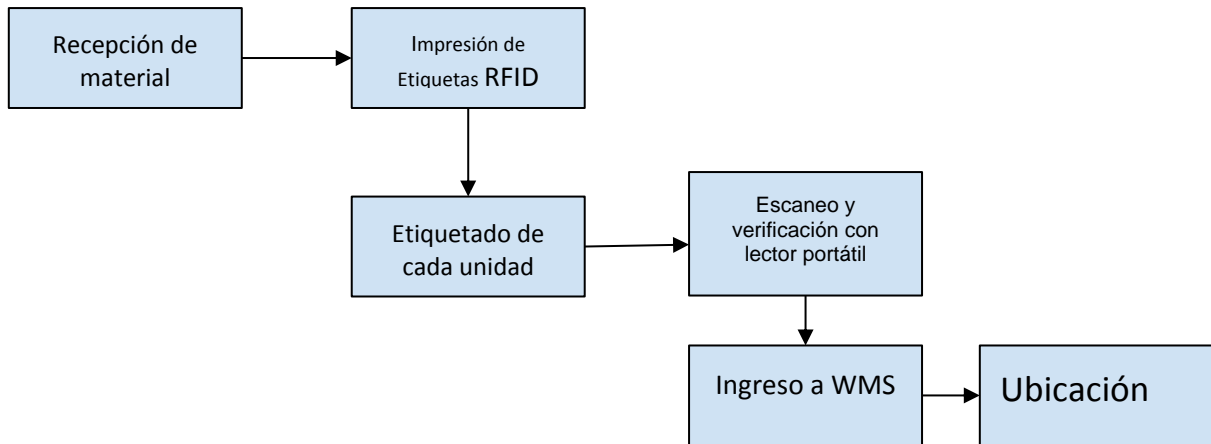
(4) La comunicación entre el sistema y el equipo cuando el software de gestión recibe los comandos del proceso de producción, es decir, cuando los productos entran o salen del almacén o se mueven en el almacén, el software de gestión enviará un comando. Por lo tanto, el almacenamiento y la entrega en el almacén se realizan automáticamente. Por ejemplo, cuando se recibe un material, el sistema de administración asigna la ubicación apropiada de estantes y envía el mensaje a el sistema de gestión. Cuando la tarea finaliza, se envía una señal de retroalimentación.

[11]

### 3. IMPLEMENTACIÓN

Después de adquirir el hardware y software más convenientes para el tipo de operación de la compañía, se implementaran los siguientes pasos (**Figura 5**):

1. Una vez las materias primas sean descargadas o las partes semiterminadas sean entregadas por parte de producción se realiza una revisión de las condiciones del material y cantidades remisionadas.
2. Imprimir las etiquetas necesarias
3. Etiquetar unidad por unidad según (**Tabla 3**)
4. Escanear y verificar cada pallet y unidad de empaque con el lector portátil
5. Ingreso en el sistema WMS según lectura
6. El lector portátil le brindara información al operador de la ubicación a la que debe llevar la mercancía, rack y nivel (esta queda grabada en el WMS) [13]



**Figura 5.** Pasos de la implementación del sistema RFID

#### 4. CONSIDERACIONES

- Cada que se va a realizar un alistamiento de órdenes de manufactura y empaque el sistema indicará las ubicaciones a la que se debe dirigir el operador, de no recurrir a la indicada el sistema presenta restricción para ser sacadas del almacén, lo que generará un mensaje en el PC principal
- Al sacar cualquier SKU del almacén por alguna de las dos entradas principales en donde están ubicados los lectores fijos estos serán descontados automáticamente del inventario.
- El único problema que se puede obtener con la implementación del sistema es que se deban reemplazar las estanterías metálicas que tiene la empresa por unas de plástico, ya que la presencia de metal en algunas ocasiones hace que las etiquetas sean más difíciles de leer. [14]

#### 5. RESULTADOS ESPERADOS

- Al menos el 95 % de exactitud en la información de inventarios
- Disminuir los errores humanos, como en el control inadecuado de la mercancía, el tiempo excesivo que tardan en el conteo de inventarios y confusiones en los pedidos, como el proceso se encuentra automatizado el personal se dedica solamente al control e inspección evitando robos y pérdidas [14]
- Reducir el tiempo de gestión en un 80%
- Mejorar la toma de decisiones críticas que dependan de la información del inventario (**Tabla 2**)
- Evitar compra innecesaria de materias primas

- Evitar tiempos muertos y paradas de producción por falta de material
- Mejorar la productividad en la planta de producción

## **CONCLUSIONES**

- Se podrá tener un control eficiente y verídico de todas las entradas y salidas de almacén con la mínima operación de un humano
- Se podrá tener un rastreo automático de las materias primas y semi terminados desde su entrada a su salida a lo largo de todo el proceso de producción
- Al realizar un inventario general o un conteo cíclico diario será más rápido, sencillo y con alto nivel de confianza
- Se reducirán drásticamente los costos en el negocio
- Se tendrá un rápido, eficiente y mayor control de lo que se tiene
- Se reducirá tiempo y recurso humano en la tarea de inventario

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

**[1]** A. Ghelichi, A. Abdelgawad. School of Engineering and Technology, Central Michigan University.(2014) A Study on RFID-based Kanban System in Inventory Management. 5p.

**[2]** Jay D. Schwartz.Daniel E Rivera.(2010)A process control approach to tactical inventory management in production-inventory systems. 14p.

**[3]** Lingyu HUO. Bingwu LIU1. Zhiyong TIAN.(2010)The Application of RFID Technology in JIT Production Control.7p.

**[4]** Nanjing, Jiangsu.Nanjing Institute of Industry Technology.(2009) China. Design and Realization of WMS Based on 3PL Enterprises.5p.

**[5]**Emir Zunic., Admir Besirevic. Rijad Skrobo.Haris Hasic.Kerim Hodzic.Almir Djedovic. (2017) Design of Optimization System for Warehouse Order Picking in Real Environment.6p.

**[6]** Erick C. Jones.Vikram Verma.John L. Volakis.Mei Jiang.(2007)How RFID Reliability Effects Inventory Control Accuracy.4p

**[7]** Sarma, S. E., Weis S. A., and Engels D. W. (2003). —Radio-frequency identification security risks and challenges|| CryptoBytes, 6(1)

**[8]** Wei Chen Tsai.(2007). Taipei,Taiwan.Environmental and Organizational Determinants of Technology Adoption:the Cases of RFID in the Logistics Firms.6p

**[9]** En: <http://www.map.com.mx/etiquetas-rfid-en-monterrey-mexico.htm>

**[10]** Ren Shougang.Lian. Zhou Guanghong. Xu Huanliang.(2010) China.Research on RFID-Based Meat Product Track and Traceability System.5p.

**[11]** Xiaoqin Lian.Xiaoli Zhang. Yifang Weng. Zhengang Duan.(2007) Beijing,China.Warehouse Logistics Control and Management System Based on RFID.6p.

**[12]** De:<https://www.iso.org/standard/46146.html>

**[13]** Xavier Garriga Bosch (2017) Barcelona. Implementación de RFID en un almacén logístico.78 p.

**[14]** Rodríguez, J. M., & Cordero, B. L. (2002). La gestión tecnológica. Bogotá: Unidad de publicaciones Universidad Nacional.

**[15]** RFID Journal Brasil. (2011). RFID Journal Brasil. Recuperado el 2013, de <http://brasil.rfidjournal.com/estudios-de-caso/vision?10671/2>